

SEMICONDUCTOR LASER

Publication number: JP7193328

Publication date: 1995-07-28

Inventor: YOSHII SHIGEO; HAYASHI SHIGEO; OKAWA KAZUHIRO; MITSUYU TSUNEO

Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

Classification:

- international: H01L33/00; H01S5/00; H01S5/32; H01S5/327; H01L33/00; H01S5/00; (IPC1-7): H01S3/18; H01L33/00

- European:

Application number: JP19930330916 19931227

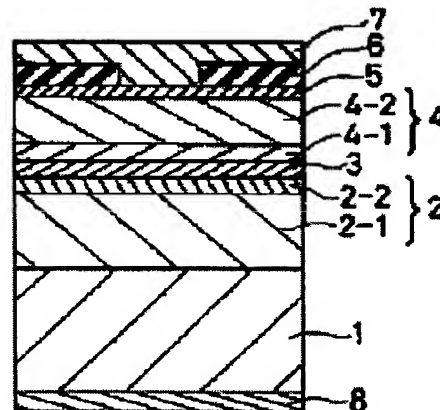
Priority number(s): JP19930330916 19931227

Report a data error here

Abstract of JP7193328

PURPOSE: To avoid the decline in the light emitting efficiency in an active region by substantially adding no impurities at all to the region in contact with the active region of a clad layer or a waveguide layer.

CONSTITUTION: Within the title semiconductor laser composed of II-VI compound semiconductor and an active region 3 substantially containing no n-or p-type impurities at all and held by clad layers 2 and 4, the regions 2-2, 4-1 containing n-or p-type impurities within the range of $0-10 \times 10^{-16} \text{ cm}^{-3}$ are provided at least on one side of the part in contact with the active region oscillation 3 of the clad layers 2, 4. Through these procedures, the oscillation threshold value current of the semiconductor laser element can be decreased thereby enabling the improvement of element efficiency, the decrease in heat generation and the elongation of life to be realized.



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-193328

(43)Date of publication of application : 28.07.1995

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

H01L 33/00

(21)Application number : 05-330916

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 27.12.1993

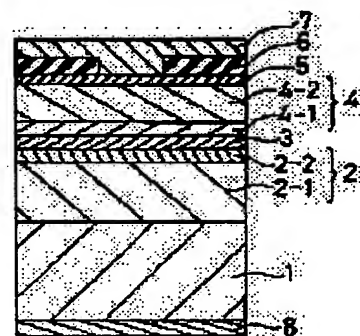
(72)Inventor : YOSHII SHIGEO
HAYASHI SHIGEO
OKAWA KAZUHIRO
MITSUYU TSUNEO

(54) SEMICONDUCTOR LASER

(57)Abstract:

PURPOSE: To avoid the decline in the light emitting efficiency in an active region by substantially adding no impurities at all to the region in contact with the active region of a clad layer or a waveguide layer.

CONSTITUTION: Within the title semiconductor laser composed of II-VI compound semiconductor and an active region 3 substantially containing no n-or p-type impurities at all and held by clad layers 2 and 4, the regions 2-2, 4-1 containing n-or p-type impurities within the range of $0-10^{16}\text{cm}^{-3}$ are provided at least on one side of the part in contact with the active region oscillation 3 of the clad layers 2, 4. Through these procedures, the oscillation threshold value current of the semiconductor laser element can be decreased thereby enabling the improvement of element efficiency, the decrease in heat generation and the elongation of life to be realized.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	19.10.1999
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	16.10.2001
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3494461
[Date of registration]	21.11.2003
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	2001-20253
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	12.11.2001
[Date of extinction of right]	

AK

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-193328

(43) 公開日 平成7年(1995)7月28日

(51) Int. Cl.⁶

H 0 1 S 3/18

H 0 1 L 33/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

D

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-330916

(22) 出願日 平成5年(1993)12月27日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 吉井 重雄

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 林 茂生

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 大川 和宏

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 池内 寛幸 (外1名)

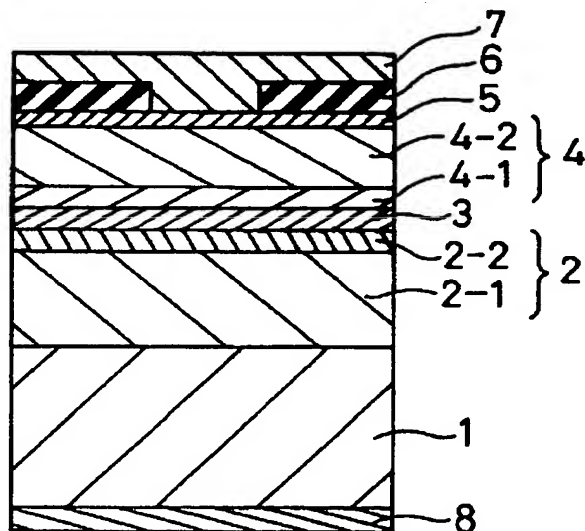
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体レーザ

(57) 【要約】

【目的】 クラッド層または導波路層の活性領域に接している部分の少なくとも片側に、n型不純物またはp型不純物が $0 \sim 10^{16} \cdot \text{cm}^{-3}$ の範囲存在する領域を設けたことにより、半導体レーザ素子の発振しきい値電流を減少させ、素子の効率を向上し、発熱量を減少させ、寿命を改善する。

【構成】 $\text{Zn}_{0.07}\text{Se}_{0.93}$ クラッド層 (2および4) の、 $\text{Zn}_{0.8}\text{Cd}_{0.2}\text{Se}$ 活性領域4と接する部分にn型不純物またはp型不純物が無添加の領域 (2-2および4-1) を設けた構造を持つII-VI族化合物半導体レーザとする。これにより出力1mWのときの素子効率が1.6倍に向上し、発熱量は約60%に減少し、さらに素子の寿命が1.8倍から3倍に増加する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 II-VI 族化合物半導体から構成され、活性領域の両側がクラッド層によってはさまれていて、前記活性領域は n 型不純物または p 型不純物が実質的に含まれていない構造の半導体レーザにおいて、前記クラッド層の前記活性領域に接している部分の少なくとも片側に、n 型不純物または p 型不純物が $0 \sim 10^{16} \cdot \text{cm}^{-3}$ の範囲存在する領域を設けたことを特徴とする半導体レーザ。

【請求項 2】 II-VI 族化合物半導体から構成され、活性領域の両側が導波路層によってはさまれ、さらに前記導波路層の外側が前記導波路層より屈折率が小さなクラッド層によってはさまれて、前記活性領域は n 型不純物または p 型不純物が実質的に含まれていない構造の半導体レーザにおいて、前記導波路層の前記活性領域に接している部分の少なくとも片側に、n 型不純物または p 型不純物が $0 \sim 10^{16} \cdot \text{cm}^{-3}$ の範囲存在する領域を設けることを特徴とする半導体レーザ。

【請求項 3】 活性領域に接している部分の少なくとも片側に、n 型不純物または p 型不純物の存在量が実質的にゼロである領域を設けた請求項 1 または 2 に記載の半導体レーザ。

【請求項 4】 II-VI 族化合物半導体を構成する II 族元素が、Zn、Cd、Mg、Mn、Ca 及び Hg から選ばれる少なくとも一つの元素であり、VI 族元素が S、Se 及び Te から選ばれる少なくとも一つの元素である請求項 1 または 2 に記載の半導体レーザ。

【請求項 5】 活性領域に接している n 型不純物または p 型不純物が無添加または少ない存在量の領域の厚さが、10 オングストローム以上 1000 オングストローム以下である請求項 1、2 または 3 に記載の半導体レーザ。

【請求項 6】 活性領域が、前記活性領域に接する層よりバンドギャップの小さな 1 個の II-VI 族半導体層によって構成される請求項 1 または 2 に記載の半導体レーザ。

【請求項 7】 活性領域が、前記活性領域に接する層よりバンドギャップの小さな II-VI 族半導体からなる複数の層と、前記 II-VI 族半導体よりバンドギャップの大きな II-VI 族半導体からなる少なくとも 1 個の層から構成される積層構造である請求項 1 または 2 に記載の半導体レーザ。

【請求項 8】 n 型 II-VI 族半導体の n 型不純物が、アルミニウム、ガリウム、インジウム、弗素、塩素、ヨウ素及び臭素から選ばれる少なくとも一つの元素である請求項 1 または 2 に記載の半導体レーザ。

【請求項 9】 p 型 II-VI 族半導体の p 型不純物が、窒素、燐、砒素、リチウム及びナトリウムから選ばれる少なくとも一つの元素である請求項 1 または 2 に記載の半導体レーザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体レーザに関し、特に短波長 II-VI 族半導体レーザの改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の II-VI 族半導体レーザは、例えば ジャパニーズ・ジャーナル・オブ・アプライド・フィジックス 31 巻 L1478 頁 (1992 年) (Japanese Journal of Applied Physics vol.31 pp.L1478(1992)) にあるように、不純物を添加した p 型および n 型半導体からなるクラッド層または導波路層が、無添加の活性領域に直接接合している構造を用いている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、この構造の場合、II-VI 族半導体中での不純物拡散のため、隣接する p 型および n 型半導体から活性領域へ不純物が侵入して、活性領域中に不純物起源の準位が発生し、発光効率が低下するという問題があった。

【0004】 本発明は、前記従来の問題を解決するため、高効率な II-VI 族半導体レーザを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 この目的を達成するため本発明の第 1 番目の半導体レーザは、II-VI 族化合物半導体から構成され、活性領域の両側がクラッド層によってはさまれていて、前記活性領域は n 型不純物または p 型不純物が実質的に含まれていない構造の半導体レーザにおいて、前記クラッド層の前記活性領域に接している部分の少なくとも片側に、n 型不純物または p 型不純物が $0 \sim 10^{16} \cdot \text{cm}^{-3}$ の範囲存在する領域を設けたことを特徴とする。

【0006】 次に本発明の第 2 番目の半導体レーザは、II-VI 族化合物半導体から構成され、活性領域の両側が導波路層によってはさまれ、さらに前記導波路層の外側が前記導波路層より屈折率が小さなクラッド層によってはさまれて、前記活性領域は n 型不純物または p 型不純物が実質的に含まれていない構造の半導体レーザにおいて、前記導波路層の前記活性領域に接している部分の少なくとも片側に、n 型不純物または p 型不純物が $0 \sim 10^{16} \cdot \text{cm}^{-3}$ の範囲存在する領域を設けることを特徴とする。

【0007】 前記第 1～2 番目の発明の構成においては、活性領域に接している部分の少なくとも片側に、n 型不純物または p 型不純物の存在量が実質的にゼロである領域を設けることが好ましい。

【0008】 また前記構成においては、II-VI 族化合物半導体を構成する II 族元素が、Zn、Cd、Mg、Mn、Ca 及び Hg から選ばれる少なくとも一つの元素であり、VI 族元素が S、Se 及び Te から選ばれる少なく

とも一つの元素であることが好ましい。

【0009】また前記構成においては、活性領域に接しているn型不純物またはp型不純物が無添加または少ない存在量の領域の厚さが、1000Å以上10000Å以下であることが好ましい。

【0010】また前記構成においては、活性領域が、前記活性領域に接する層よりバンドギャップの小さな1個のII-VI族半導体層によって構成されることが好ましい。また前記構成においては、活性領域が、前記活性領域に接する層よりバンドギャップの小さなII-VI族半導体からなる複数の層と、前記II-VI族半導体よりバンドギャップの大きなII-VI族半導体からなる少なくとも1個の層から構成される積層構造であることが好ましい。

【0011】また前記構成においては、n型II-VI族半導体のn型不純物が、アルミニウム、ガリウム、インジウム、弗素、塩素、ヨウ素及び臭素から選ばれる少なくとも一つの元素であることが好ましい。

【0012】また前記構成においては、p型II-VI族半導体のp型不純物が、窒素、燐、砒素、リチウム及びナトリウムから選ばれる少なくとも一つの元素であることが好ましい。

【0013】

【作用】前記本発明の第1～2番目の構成によれば、クラッド層または導波路層の活性領域に接している部分の少なくとも片側に、n型不純物またはp型不純物が $0 \sim 10^{16} \cdot \text{cm}^{-3}$ の範囲存在する領域を設けたことにより、半導体レーザ素子の発振しきい値電流を減少させ、素子の効率を向上し、発熱量を減少させ、寿命を改善できる。

【0014】すなわち、II-VI族半導体レーザの活性領域は、通常バンド間のキャリア再結合発光を維持するため不純物添加を行わず、活性領域に隣接するクラッド層や導波路層に不純物添加を行うことで、レーザ発振に必要なキャリア量を確保する。しかし、II-VI族半導体中では伝導型制御のため添加された不純物が拡散しやすく、また成長温度が低いこと、成長後の温度上昇による影響を受けやすい。このため、II-VI族半導体で構成される半導体レーザでは、成長時の基板加熱や素子形成プロセスでの温度上昇、または使用条件などにより、クラッド層や導波路層に添加された不純物（通常 $10^{17} \cdot \text{cm}^{-3}$ 程度）が、接触面から無添加の活性領域に拡散して、活性領域中にも不純物準位を生じ、キャリア再結合発光の効率が低下する原因となった。

【0015】本発明による半導体レーザでは、クラッド層または導波路層の活性領域に接している領域の不純物を実質的に無添加または存在量は少ないので、p型またはn型不純物の添加されている半導体が直接活性領域に接触していない。また、活性領域に接触している無添加の領域がp型およびn型不純物の拡散を阻止するので、活性領域での発光効率の低下を防ぎ、光学的利得が増加

する。一方p型およびn型領域から注入されるキャリアは、無添加の領域を容易に透過して活性領域に注入される。この結果、半導体レーザ素子の発振しきい値電流が減少し、効率が向上する。また素子効率の向上にともない発熱量が減少するので、素子の寿命が向上する。

【0016】

【実施例】本発明の高効率なII-VI族半導体レーザは、たとえば高密度情報記録装置、画像表示装置、画像出力装置、情報通信用の半導体レーザ素子として有用である。

【0017】本発明のクラッド層または導波路層のp型領域のp型不純物としては、低抵抗なp型層が得られる、窒素、燐、砒素、リチウム、ナトリウムを用いることが望ましい。

【0018】これらp型不純物はII-VI族半導体中で比較的拡散しやすく、従来技術による半導体レーザでは活性領域中に不純物準位を作成し、再結合発光の障害となっていた。したがって、本発明の無添加の領域を、活性領域よりp型層側に設けることにより発光効率が効果的に向上される。ただし、p型層側のキャリアである正孔の移動度は比較的低いので、無添加の領域の厚さは1000Å以下であることが望ましい。

【0019】同様に本発明のクラッド層または導波路層のn型領域のn型不純物としては、低抵抗なn型層が得られる、アルミニウム、ガリウム、インジウム、弗素、塩素、ヨウ素、臭素等から選ばれる少なくとも一つを用いることが望ましい。

【0020】これらn型不純物も、使用条件やプロセス中の温度上昇によっては活性領域に拡散し、再結合発光の効率低下の原因となる。したがって、本発明の無添加の領域を、活性領域よりn型層側に設けることによって発光効率の向上が可能である。また、n型層側のキャリアである電子の移動度は高いので、無添加の領域を設けてもキャリア注入の障害にならない。

【0021】本発明のII-VI族半導体としては、Zn、Cd、Mg、Mn、Caのいずれか一つ以上のII族元素と、S、Se、Teのいずれか一つ以上のVI族元素からなる化合物を用いることが好ましい。上記の元素から選択して得られたII-VI族半導体は、格子定数やバンドギャップの大きさを大きく変化させることができ、またp型およびn型不純物添加による低抵抗膜作成が容易であるので短波長半導体レーザの構成材料として適している。

【0022】本発明の無添加の領域の厚さを1000Å以上にすることにより、p型およびn型領域の不純物の活性領域中への拡散を効果的に阻止することができる。さらに、本発明の無添加の領域の厚さを1000Å以下にすることにより、p型およびn型領域からのキャリア注入を良好に確保する事ができる。

【0023】本発明の活性領域としては、活性領域に接するクラッド層または導波路層よりバンドギャップの小さな1層のII-VI族半導体層を用いることができ、さらに活性領域の幅が狭いとき単一量子井戸を構成することができる。

【0024】また本発明の活性領域として、活性領域に接する層よりバンドギャップの小さな複数のII-VI族半導体層と、前記II-VI族半導体層よりバンドギャップの大きな少なくとも1層のII-VI族半導体層の積層構造により構成した多量子井戸構造を用いることもできる。

【0025】本発明の結晶成長には分子線エピタキシャル法、およびMOCVD法などの気相成長法が利用できる。以下、単一量子井戸構造を用いた青色II-VI族半導体レーザの例を取り上げ、具体例について詳細に述べる。

【0026】(実施例1)図1は、本発明における単一量子井戸構造を用いた半導体レーザの構造を模式的に示す断面図である。

【0027】この構造を形成する方法としては、分子線エピタキシャル成長法が好適である。基板にはZnSeとほぼ同一の格子定数を有するGaAs単結晶基板1を用いた。GaAs単結晶基板1は基板から電極が取れるように低抵抗n型のものを使用した。また、結晶性の良いZnCdSSe系化合物半導体を得るために基板の温度は200℃から400℃の間に設定した。

【0028】まず、超高真空中で、結晶母体材料である金属亜鉛と金属セレンと硫化亜鉛の分子線と同時にドナー源として塩化亜鉛の分子線を基板1上に照射することにより2μm厚のZn_{0.07}Se_{0.93}クラッド層の塩素添加によるn型領域2-1を形成した。

【0029】ここで、クラッド層にはZn_{0.07}Se_{0.93}混晶を用いたが、これは成長時に基板と格子整合することにより格子不整による構造欠陥の発生を抑え、結晶性の良い層を得るためである。GaAs基板上的ZnSSe混晶の場合、室温ではS組成が0.06で格子整合し、ダブルヘテロ構造を形成するための通常のエピ成長法で用いられる最高の温度である500℃では0.09で格子整合するために、この組成領域において結晶性の良い膜が得られる。

【0030】またここで、Zn_{0.07}Se_{0.93}クラッド層のn型領域2-1の厚さは2μmとしたが、1μm以上であれば基板の影響が無視できる。次に、塩化亜鉛の分子線のみを止めて、Zn_{0.07}Se_{0.93}クラッド層の不純物拡散を阻止する無添加領域2-2を1000Å形成した。

【0031】次に、硫化亜鉛の分子線を止め、新たに金属カドミウムの分子線を加えて金属亜鉛、金属セレンの分子線とともに照射することにより活性領域となる1000Å厚のZn_{0.8}Cd_{0.2}Se活性層3を形成した。

【0032】次に、金属カドミウムの分子線を止め、金属亜鉛、金属セレンおよび硫化亜鉛の分子線を活性層4上に照射することにより1000Å厚のZn_{0.07}Se_{0.93}クラッド層の無添加領域4-1を形成した。

【0033】次に、活性窒素の分子線の照射を加えることにより、Zn_{0.07}Se_{0.93}クラッド層の窒素添加p型領域4-2を1μm形成した。次に、p型電極の接触抵抗を下げるため、硫化亜鉛の分子線を止め、さらに活性窒素の分子線強度を増加して、アクセプタ濃度を1×10¹⁸cm⁻³以上としたp⁺型ZnSe層5を1000Å厚に形成した。

【0034】さらに、p⁺型ZnSe層5上に幅10μmのストライプ状の溝を持つ絶縁体(SiO₂)層6を作成し、Pt電極層7を蒸着した。また、n型GaAs基板1の裏面にAu_{0.8}Sn_{0.2}電極層8を蒸着した。

【0035】最後に、縦横各500μm程度の長さになるようにへき開して端面にへき開面ミラーを形成し、共振器とした。なお同じ成長条件で、Zn_{0.07}Se_{0.93}クラッド層の活性領域3に接する部分に無添加の領域(2-2および4-1)を設けず、n型領域2-1およびp型領域4-2が直接活性領域3に隣接している従来技術による構造の半導体レーザも作成した。

【0036】このようにして得られた半導体レーザはいずれも素子電圧2.2Vで発振し、発振波長は492nmであった。しかし、発振しきい値電流は、従来技術による構造の半導体レーザが114mAであったのに対し、本発明による、無添加の領域をクラッド層の活性領域に接する部分に設けた半導体レーザは72mAであり、約60%に減少した。またその結果、出力1mWのときの素子効率が1.6倍に向上し、発熱量は約60%に減少し、さらに素子の寿命が1.8倍から3倍に増加した。

【0037】以上のように、クラッド層の活性領域に接している部分に無添加の領域を設けることにより、半導体レーザの効率を向上することができた。次に、単一量子井戸を持つ分離閉じ込め型ヘテロ構造(SQW-SC H構造)の半導体レーザの例を取り上げ、具体例について述べる

(実施例2)

【0038】基板には低抵抗n型GaAs単結晶基板1を用い、実施例1と同様の成長条件を用いて図2に示すSQW-SC H構造を作成した。

【0038】活性領域としては、1層のZn_{0.8}Cd_{0.2}Se層3による単一量子井戸を用いた。導波路層(10および11)の活性領域3に接触しない領域(10-1および11-2)は、塩素添加または窒素添加によりn型化またはp型化されているが、活性領域3に接触する部分には無添加領域(10-2および11-1)をそれぞれ約200Å設けた。

【0039】なお同じ成長条件で、導波路層に前記無添

加領域(10-2および11-1)を設けず、n型領域10-1およびp型領域11-2が直接活性領域3に隣接している、従来技術による構造の半導体レーザも作成した。

【0040】このようにして得られた半導体レーザはいずれも素子電圧2.4Vで発振し、発振波長は494nmであった。しかし、発振しきい値電流は、従来技術による構造の半導体レーザが103mAであったのに対し、本発明による、無添加の領域をクラッド層の活性領域に接する部分に設けた半導体レーザは74mAであり、約70%に減少した。またその結果、出力1mWのときの素子効率が1.4倍に向上し、発熱量は約70%に減少し、さらに素子の寿命が1.5倍から2倍に増加した。

【0041】以上のように、導波路層の活性領域に接している部分に無添加の領域を設けることにより、半導体レーザの効率を向上することができた。なお、実施例2ではクラッド層にZnSSeを、導波路層にZnSeを、活性層にZnCdSeを用いているが、クラッド層としてZnMnSSeまたはZnMgSSeを、導波路層にZnSSeを、活性層にZnSeまたはZnCdSeを用いた半導体レーザにおいても本発明により同様の効果が得られる。

【0042】また、実施例1および実施例2ではいずれも活性領域として1層のZnCdSe層により構成した単一量子井戸を用いているが、複数のZn_xCd_{1-x}Se(0.1≤x≤0.4)量子井戸層と少なくとも1層以上のZnS_ySe_{1-y}(0≤y≤0.1)障壁層により構成した多量子井戸構造を用いても同様の結果が得られた。

【0043】本実施例では、n型不純物として塩素を用いたが、このほか、アルミニウム、ガリウム、インジウム、弗素、ヨウ素、臭素が低抵抗試料を得られるという点で好適である。

【0044】同様に、本実施例ではp型不純物として窒素を用いたが、このほか、磷、砒素、リチウム、ナトリウムが低抵抗試料を得られるという点で好適である。ここで、n型およびp型のZnS_{0.07}Se_{0.93}層のキャリア密度は、十分に電気伝導が得られるために、室温において5×10¹⁶cm⁻³以上であることが望ましい。

【0045】また、本実施例では、基板としてはn型GaAsを用いているが、n型ZnSeを用いた場合や、上記とは電気伝導度的に反対の構造、すなわちp型とn型を入れ換えた構造の素子でも同様の効果を示した。

【0046】さらに、本実施例では電極ストライプ構造の半導体レーザを取り上げているが、本発明は、埋め

込み構造、イオン注入による構造など他の構造の半導体レーザ素子にも適用できる。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、クラッド層または導波路層の活性領域に接している領域の不純物を実質的に無添加とするので、p型またはn型不純物の添加されている半導体が直接活性領域に接触していない。また、活性領域に接触している無添加の領域がp型およびn型不純物の拡散を阻止するので、活性領域での発光効率の低下を防ぎ、光学的利得が増加する。一方p型およびn型領域から注入されるキャリアは、無添加の領域を容易に透過して活性領域に注入される。この結果、半導体レーザ素子の発振しきい値電流を減少させ、素子の効率を向上し、発熱量を減少させ、寿命を改善する効果がある。

【図面の簡単な説明】

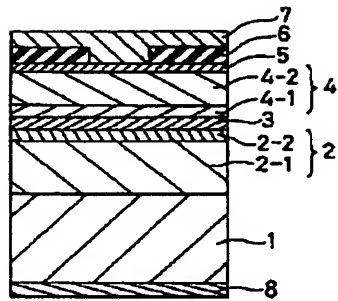
【図1】本発明の実施例1の半導体レーザの構造を示す断面図である。

【図2】本発明の実施例2の半導体レーザの構造を示す断面図である。

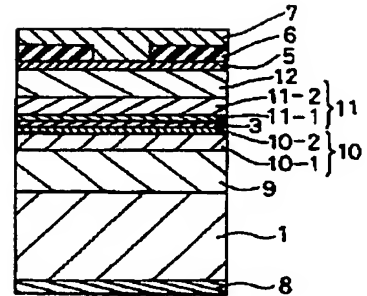
【符号の説明】

- | | |
|------|---|
| 1 | 珪素添加n型GaAs基板 |
| 2 | ZnS _{0.07} Se _{0.93} クラッド層 |
| 2-1 | 塩素添加n型領域(1μm) |
| 2-2 | 無添加領域(1000Å) |
| 3 | 無添加Zn _{0.8} Cd _{0.2} Se活性層(1000Å) |
| 4 | ZnS _{0.07} Se _{0.93} クラッド層 |
| 4-1 | 無添加領域(1000Å) |
| 4-2 | 窒素添加p型領域(1μm) |
| 5 | 窒素添加p ⁺ 型ZnSe層(1000Å) |
| 6 | 絶縁体(SiO ₂)層 |
| 7 | Pt電極 |
| 8 | Au _{0.8} Sn _{0.2} 電極 |
| 9 | 塩素添加n型ZnS _{0.07} Se _{0.93} クラッド層 |
| 10 | ZnSe導波路層 |
| 10-1 | 塩素添加n型領域(1μm) |
| 10-2 | 無添加領域(2000Å) |
| 11 | ZnSe導波路層 |
| 11-1 | 無添加領域(2000Å) |
| 11-2 | 窒素添加p型領域(1μm) |
| 12 | 窒素添加p型ZnS _{0.07} Se _{0.93} クラッド層 |

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(72)発明者 三露 常男
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内